

SAN  
#4  
7-17-02  
PATENT  
0503-1009.

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Olivier MATILE Conf.:  
Appl. No.: ~~NEW~~ 10/077950 Group: 1742  
Filed: February 20, 2002 Examiner: Kastler  
For: LASER CUTTING METHOD AND APPARATUS  
WITH A BIFOCAL OPTICAL MEANS AND A  
HYDROGEN-BASED ASSIST GAS



CLAIM TO PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

February 20, 2002

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the  
priority filing date of the following application(s) for the  
above-entitled U.S. application under the provisions of 35  
U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

| <u>Country</u> | <u>Application No.</u> | <u>Filed</u>  |
|----------------|------------------------|---------------|
| FRANCE         | 0103265                | March 9, 2001 |

Certified copy(ies) of the above-noted application(s)  
is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

*Benoit Castel*

Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23<sup>rd</sup> Street  
Arlington, VA 22202  
Telephone (703) 521-2297

BC/ma

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 DEC. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

|   |                      |   |       |
|---|----------------------|---|-------|
| Vos références pour ce dossier<br>(facultatif)  |                      | S.5629 OP/MM  |       |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL  |                      | 610 3265  |       |
| TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)  |                      |   |       |
| PROCÉDE ET INSTALLATION DE COUPAGE LASER AVEC OPTIQUE A BIFOCALES ET GAZ D'ASSISTANCE<br>A BASE D'HYDROGENE   |                      |   |       |
| LE(S) DEMANDEUR(S) :  |                      |   |       |
| L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE<br>75 quai d'Orsay<br>75321 PARIS CEDEX 07  |                      |   |       |
| DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages). |                      |   |       |
| Nom   |                      | MATILE  |       |
| Prénoms   |                      | Olivier   |       |
| Adresse   | Rue                  | 6/12 rue Achille Martinet   |       |
|   | Code postal et ville | 75018   | PARIS |
| Société d'appartenance (facultatif)   |                      |   |       |
| Nom   |                      |   |       |
| Prénoms   |                      |   |       |
| Adresse   | Rue                  |   |       |
|   | Code postal et ville |   |       |
| Société d'appartenance (facultatif)   |                      |   |       |
| Nom   |                      |   |       |
| Prénoms   |                      |   |       |
| Adresse   | Rue                  |   |       |
|   | Code postal et ville |   |       |
| Société d'appartenance (facultatif)   |                      |   |       |
| Nom   |                      |   |       |
| Prénoms   |                      |   |       |
| Adresse   | Rue                  |   |       |
|   | Code postal et ville |   |       |
| Société d'appartenance (facultatif)   |                      |   |       |
| DATE ET SIGNATURE(S)<br>DU (DES) DEMANDEUR(S)<br>OU DU MANDATAIRE<br>(Nom et qualité du signataire)<br>09 mars 2001   |                      |  |       |
| Olivier PITTIS  |                      |   |       |

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**DOCUMENT FILED BY:**  
**YOUNG & THOMPSON**  
**745 SOUTH 23RD STREET**  
**ARLINGTON, VIRGINIA 22202**  
**Telephone 703/521-2297**



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*01

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>REMISE DES PIÈCES</b><br>DATE <b>9 MARS 2001</b><br>LIEU <b>75 INPI PARIS</b><br>N° D'ENREGISTREMENT<br>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0103265</b><br>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE<br>PAR L'INPI <b>09 MARS 2001</b> |  | <b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE, À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b><br><br>L'AIR LIQUIDE<br>Direction de la Propriété Intellectuelle<br>75, quai d'Orsay<br>75321 PARIS CEDEX 07   |  |
| <b>Vos références pour ce dossier (facultatif) S.5629 OP/MM</b>   |  |  |  |
| <b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie   |  |  |  |
| <b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>   |  | <b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>  |  |
| Demande de brevet   |  | <input checked="" type="checkbox"/>  |  |
| Demande de certificat d'utilité   |  | <input type="checkbox"/>   |  |
| Demande divisionnaire   |  | <input type="checkbox"/>   |  |
| <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____<br><i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date ____/____/____   |  |  |  |
| Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____  |  |  |  |
| <b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b><br>PROCEDE ET INSTALLATION DE COUPAGE LASER AVEC OPTIQUE A BIFOCALES ET GAZ D'ASSISTANCE A BASE D'HYDROGENE                                       |  |  |  |
| <b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>  |  | Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date ____/____/____<br>Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date ____/____/____<br>Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date ____/____/____<br><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» |  |
| <b>5 DEMANDEUR</b>  |  | <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»  |  |
| Nom ou dénomination sociale   |  | L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE  |  |
| Prénoms   |  |  |  |
| Forme juridique   |  | Société Anonyme  |  |
| N° SIREN  |  | 5 . 5 . 2 . 0 . 9 . 6 . 2 . 8 . 1  |  |
| Code APE-NAF  |  | 2 . 4 . 1 . A  |  |
| Adresse   |  | 75, quai d'Orsay   |  |
| Rue   |  |  |  |
| Code postal et ville  |  | 75321 PARIS CEDEX 07   |  |
| Pays  |  | FRANCE   |  |
| Nationalité   |  | française  |  |
| N° de téléphone (facultatif)  |  | 01 40 62 54 49   |  |
| N° de télécopie (facultatif)  |  | 01 40 62 56 95   |  |
| Adresse électronique (facultatif)   |  |  |  |



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

|   |                      |   |                |                   |
|---|----------------------|---|----------------|-------------------|
| REMISE DES PIÈCES<br>DATE <b>9 MARS 2001</b><br>LIEU <b>75 INPI PARIS</b><br>N° D'ENREGISTREMENT<br>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0103265</b> |                      | Réservé à l'INPI  |                | DB 540 W / 260899 |
| <b>Vos références pour ce dossier :</b><br><i>(facultatif)</i>  |                      | S.5629 OP/MM  |                |                   |
| <b>6 MANDATAIRE</b>   |                      |   |                |                   |
| Nom   |                      | PITTIS  |                |                   |
| Prénom  |                      | Olivier   |                |                   |
| Cabinet ou Société  |                      | L'AIR LIQUIDE S.A.  |                |                   |
| N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel   |                      | PG 8831   |                |                   |
| Adresse   | Rue                  | 75, quai d'Orsay  |                |                   |
|   | Code postal et ville | 75321   | PARIS CEDEX 07 |                   |
| N° de téléphone <i>(facultatif)</i>   |                      | 01 40 62 54 49  |                |                   |
| N° de télécopie <i>(facultatif)</i>   |                      | 01 40 62 56 95  |                |                   |
| Adresse électronique <i>(facultatif)</i>  |                      |   |                |                   |
| <b>7 INVENTEUR (S)</b>  |                      |   |                |                   |
| Les inventeurs sont les demandeurs  |                      | <input type="checkbox"/> Oui<br><input checked="" type="checkbox"/> Non <b>Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée</b>   |                |                   |
| <b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>   |                      | Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)  |                |                   |
| Établissement immédiat ou établissement différé   |                      | <input checked="" type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>   |                |                   |
| Paiement échelonné de la redevance  |                      | Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques<br><input type="checkbox"/> Oui<br><input checked="" type="checkbox"/> Non  |                |                   |
| <b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>   |                      | Uniquement pour les personnes physiques<br><input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i><br><input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i> |                |                   |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes   |                      |   |                |                   |
| <b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b><br>(Nom et qualité du signataire)<br>Olivier PITTIS   |                      | VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI<br>  |                |                   |

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



5

La présente invention concerne un procédé de coupage par faisceau  
10 laser des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de l'aluminium et de ses  
alliages, et des aciers non alliés, alliés et fortement alliés, qu'ils soient  
ferritiques ou austénitiques, utilisant une lentille ou un miroir à plusieurs  
focales pour focaliser le faisceau laser en au moins deux points de  
focalisation distincts l'un de l'autre et situés de préférence sur un même axe,  
15 et un mélange d'hydrogène et d'au moins un composé inerte, tel l'azote, en  
tant que gaz d'assistance du faisceau laser.

La découpe des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de  
l'aluminium et des alliages d'aluminium, et des aciers non alliés, alliés et  
fortement alliés, qu'ils soient ferritiques ou austénitiques, se fait notamment  
20 par mise en œuvre d'un faisceau laser et de l'azote ou de l'oxygène en tant  
que gaz d'assistance du faisceau laser, c'est-à-dire en tant que gaz de  
coupe.

Par ailleurs, il est connu que l'emploi d'azote en tant que gaz de  
coupe de ces matériaux conduit à des vitesses de coupe considérablement  
25 inférieures à celles obtenues avec de l'oxygène, typiquement inférieures de  
30 à 60 %, et à des consommations de gaz élevées, typiquement  
supérieures de 30 à 600 % selon le matériau considéré.

Il a été montré, par ailleurs, notamment par le document EP-A-  
655021, que des mélanges d'azote et d'hydrogènes permettaient

d'augmenter la vitesse de coupe lors du coupage par laser de pièces à usiner se présentant sous forme de bandes ou de plaques, notamment de tôles.

5 En d'autres termes, il est connu d'utiliser des mélanges du type azote/hydrogène en lieu et place de l'azote et ce, de manière à améliorer les performances du procédé de découpe laser par comparaison à une découpe laser sous azote pur.

10 Par ailleurs, le document EP-A-886555 propose d'utiliser des mélanges azote/hydrogène ou argon/hydrogène pour couper par laser à des vitesses inférieures à 10 m/min.

15 Partant de là, le problème qui se pose est d'améliorer encore les procédés de coupage par faisceau laser des aciers inoxydables, des aciers revêtus, de l'aluminium et des alliages d'aluminium, et des aciers non alliés, alliés et fortement alliés, qu'ils soient ferritiques ou austénitiques, de manière à augmenter la vitesse de découpe d'au moins 30 à 40 % par comparaison avec un procédé de coupage laser utilisant de l'azote pur et d'au moins 20 % par comparaison avec un procédé de coupage laser utilisant un mélange azote / hydrogène, toutes conditions étant égales par ailleurs.

20 De plus, un autre but de l'invention est d'augmenter les performances des procédés de coupage laser mais tout en maîtrisant, voire même en diminuant les quantités de gaz d'assistance consommées et ce, notamment dans le but d'optimiser les coûts globaux du procédé de coupe industriel utilisé.

25 Dit autrement, le but de l'invention est donc de proposer un procédé de coupage laser qui permet d'augmenter les performances de découpe et de limiter la consommation de gaz de coupe.

30 La présente invention concerne alors un procédé de coupage d'une pièce par mise en œuvre d'un faisceau laser et d'un gaz d'assistance, dans

lequel on utilise au moins un moyen optique pour focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts l'un de l'autre, et dans lequel on utilise, en tant que gaz d'assistance dudit faisceau laser, un mélange gazeux contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte.

5 Selon le cas, le procédé de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le moyen optique de type multi-focales est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille à bifocales, c'est-à-dire focalisant le faisceau en deux points de focalisation distincts l'un de l'autre. Plus généralement, dans le cas de la présente invention, par  
10 moyen optique de type multi-focales, on entend un moyen optique permettant de focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts les uns des autres, le plus souvent un premier et un deuxième points de focalisation distincts et situés sur un axe sensiblement co-axial à  
15 l'axe de la buse du dispositif laser, c'est-à-dire de la tête laser par laquelle sort le ou les faisceaux laser. Un tel moyen optique et sa mise en œuvre en coupage laser sont décrits dans le document EP-A-929376.

- la pièce à couper est choisie parmi les plaques, les tôles et les tubes.

20 - le moyen optique est transparent ou réfléchissant et est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille bifocales.

- la pièce à couper est en acier inoxydable, en acier revêtu, en aluminium ou en alliage d'aluminium, en acier non allié ou en acier allié.

25 - le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon, l'hélium et leurs mélanges, de préférence le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon et leurs mélanges.

- le gaz d'assistance contient de 150 ppm en volume à 40% en volume d'hydrogène, de préférence de 0.5 % en volume à 30 % en volume  
30 d'hydrogène et le reste étant le gaz inerte.

- le gaz d'assistance est constitué de 5% en volume à 30% en volume d'hydrogène et le reste étant de l'azote.

- l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 0,2 mm et 20 mm, typiquement entre 0,3 mm et 16 mm.

5        - la vitesse de coupe est comprise entre 0.5 m/min et 20 m/min.

- le moyen optique est agencé de manière à obtenir au moins un premier point de focalisation se positionnant à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure, ou dans l'épaisseur de la pièce à découper dans une  
10 région voisine de ladite surface supérieure et au moins un deuxième point de focalisation se positionnant à proximité de la surface inférieure de la pièce à couper et dans l'épaisseur de celle-ci ou en dehors de celle-ci.

- le gaz d'assistance contient de l'hydrogène en une proportion ajustée en fonction de l'épaisseur et/ou du matériau constitutif de la pièce à  
15 couper.

L'invention concerne aussi une installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,

20        - au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,

- au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation, et

25        - au moins une source de gaz d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte dudit faisceau laser alimentant ladite buse en ledit gaz d'assistance.

De façon alternative, l'installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,

- au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,

5       - au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation,

- au moins une première source de gaz contenant au moins de l'hydrogène,

10       - au moins une deuxième source de gaz contenant au moins un gaz inerte, et

- des moyens de mélange de gaz pour mélanger du gaz provenant de la première source de gaz avec du gaz provenant de la deuxième source de gaz de manière à obtenir un gaz d'assistance dudit faisceau laser contenant  
15 de l'hydrogène et au moins un gaz inerte, ledit gaz d'assistance alimentant ladite buse.

L'invention repose sur l'utilisation en combinaison, d'une part, d'une ou plusieurs optiques transparentes ou réfléchissantes, tels des lentilles ou des miroirs, permettant d'obtenir plusieurs points de focalisation (PF1,  
20 PF2...) distincts du faisceau laser, approximativement dans le même axe et, d'autre part, d'un mélange contenant de l'hydrogène et un ou plusieurs composés gazeux inerte, en particulier l'azote, l'argon ou des mélanges de ces composés, en tant que gaz d'assistance, c'est-à-dire de gaz de coupe.

Une installation de coupage utilisable pour mettre en oeuvre  
25 l'invention comprend, par exemple, un générateur laser de type CO<sub>2</sub> pour générer le faisceau laser, une buse de sortie traversée par le faisceau laser, au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant pour focaliser ledit faisceau laser et une source de gaz d'assistance du faisceau laser alimentant la buse de sortie en en gaz d'assistance, l'introduction du gaz  
30 d'assistance dans la buse se faisant par exemple par un ou plusieurs

orifices d'entrée de gaz traversant la paroi périphérique de la buse. Le laser néanmoins peut être de type Nd:YAG.

Selon l'invention, on utilise un laser de 500 à 6 000 W de puissance.

Le moyen optique est de type multi-focales, de préférence une lentille  
5 à bifocales, et la source de gaz d'assistance alimente la buse en un mélange gazeux d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte.

Des optiques transparentes ou réfléchissantes de ce type, c'est-à-dire à plusieurs points de focalisation, utilisables dans le cadre de la présente invention sont décrites dans le document EP-A-929376 auquel on pourra se  
10 reporter pour plus de détail.

Le principe de fonctionnement d'un moyen optique à multi-focales est schématiquement le suivant.

Un premier point de focalisation PF1 issu de l'angle de convergence le plus grand obtenu avec ledit moyen optique à multi-focales se positionne  
15 à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure ou dans l'épaisseur du matériau dans une région voisine de ladite surface supérieure.

Par ailleurs, un deuxième point de focalisation PF2 issu de l'angle de convergence le plus petit obtenu avec ledit moyen optique à multi-focales  
20 se positionne à proximité de la surface inférieure de la pièce dans l'épaisseur du matériau ou en dehors de celle-ci.

Ce principe permet, par rapport à l'utilisation d'une optique standard d'utiliser des diamètres de buse inférieurs et donc de diminuer les consommations en gaz car une telle optique standard, c'est-à-dire ayant un  
25 seul point de focalisation, implique de positionner son seul point de focalisation, pour lequel l'angle de convergence est le plus grand, à la face inférieure du matériau, voire en dessous et, de ce fait, afin de laisser passer le faisceau laser, il convient d'utiliser des buses de fort diamètre, ce qui augmente d'autant les consommations de gaz.

Exemples comparatifs

5 Afin d'illustrer l'invention, des essais comparatifs ont été réalisés et les résultats de ces essais, en termes de vitesse de coupe, sont donnés dans le tableau ci-après.

On a coupé une plaque d'acier inoxydable de 3 mm avec un laser de type CO<sub>2</sub> de 1 500 W de puissance en utilisant soit de l'azote pur (essai 1), soit un mélange gazeux contenant 25 % vol. de H<sub>2</sub> et de l'azote pour le reste, et ce, d'une part, avec une lentille standard (essai 2), c'est-à-dire à un seul point de focalisation, et, d'autre part, avec lentille bifocale (essai 3), toutes les autres conditions opératoires étant égales par ailleurs.

Tableau comparatif

|                  | Essai 1<br>(art antérieur)        | Essai 2<br>(art antérieur)           | Essai 3<br>(invention)              |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Gaz de coupe     | N <sub>2</sub> pur                | N <sub>2</sub> + 25 % H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> + 25% H <sub>2</sub> |
| Optique          | lentille mono focale<br>classique | lentille mono focale<br>classique    | lentille bi focale                  |
| Vitesse de coupe | 2,2 m/min                         | 2,5 m/min                            | 3,2 m/min                           |
| Consommation gaz | 15 m <sup>3</sup> /h              | 15 m <sup>3</sup> /h                 | 10 m <sup>3</sup> /h                |

15

Comme on le voit dans le tableau, l'essai 3 selon l'invention conduit à des vitesses de coupe nettement supérieures à celles obtenues avec les procédés classiques (essais 1 et 2) et ce, grâce à l'utilisation en

combinaison d'une lentille bifocale et d'un mélange  $N_2/H_2$  dont la teneur en  $H_2$  est judicieusement contrôlé . Il en est de même pour le gain sur la consommation en gaz .

En effet, le procédé de l'invention permet d'augmenter, dans les  
5 conditions des essais ci-dessus, de plus 40% la vitesse de coupe par rapport à un procédé utilisant une lentille standard et de l'azote pur (essai 1) et de plus de 20% la vitesse de coupe par rapport à un procédé utilisant une lentille standard et un mélange azote/hydrogène (essai 2).

De plus, il ressort aussi de ces essais que l'essai 3 est celui qui  
10 permet de réaliser la plus forte économie de gaz.

La proportion de  $H_2$  à utiliser est contrôlée ou ajustée en fonction de divers paramètres opératoires, telle la nature et/ou l'épaisseur du matériau à couper, notamment dans le but d'éviter la formation de coulures adhérentes en bas de la saignée de coupe et/ou l'oxydation des faces de coupe par de  
15 l'oxygène ou de l'air atmosphérique.

Préférentiellement, les teneurs en  $H_2$  sont de 5 % à 30 % en volume, le reste étant de l'azote.

Il est également envisageable d'utiliser de l'argon au lieu de l'azote, ainsi que des mélanges  $Ar+N_2+H_2$ .

En résumé, la mise en œuvre d'un procédé de coupage laser selon  
20 l'invention conduit à des vitesses de coupe élevées, c'est-à-dire allant d'environ 0,5 m/min à environ 12 m/min, en fonction des épaisseurs et du matériau à couper, associées à des débits de gaz de coupe réduits, typiquement pas plus de 350 m<sup>3</sup>/h, et à l'obtention de pièces découpées de  
25 qualité élevée et de coût réduit, en particulier avec une source laser de 1800 Watt de puissance par exemple.



**Revendications**

1. Procédé de coupage d'une pièce par mise en œuvre d'un faisceau laser et d'un gaz d'assistance, dans lequel on utilise au moins un moyen  
5 optique pour focaliser le faisceau laser en plusieurs points de focalisation distincts l'un de l'autre, et dans lequel on utilise, en tant que gaz d'assistance dudit faisceau laser, un mélange gazeux contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen optique est transparent ou réfléchissant et est choisi parmi les lentilles, les miroirs et leurs combinaisons, de préférence une lentille bifocales.
- 15 3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la pièce à couper est en acier inoxydable, en acier revêtu, en aluminium ou en alliage d'aluminium, en acier non allié ou en acier allié.
- 20 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon, l'hélium et leurs mélanges, de préférence le gaz inerte est choisi parmi l'azote, l'argon et leurs mélanges.
- 25 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le gaz d'assistance contient de 150 ppm en volume à 40% en volume d'hydrogène, de préférence de 0.5 % en volume à 30 % en volume d'hydrogène et le reste étant le gaz inerte.
- 30 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le gaz d'assistance est constitué de 5% en volume à 30% en volume d'hydrogène et le reste étant de l'azote.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'épaisseur de la pièce à couper est comprise entre 0,2 mm et 20 mm, typiquement entre 0,3 mm et 16 mm.

5

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la vitesse de coupe est comprise entre 0.5 m/min et 20 m/min.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le moyen optique est agencé de manière à obtenir au moins un premier point de focalisation se positionnant à proximité de la surface supérieure de la pièce à découper, de préférence en coïncidence avec ladite surface supérieure, ou dans l'épaisseur de la pièce à découper dans une région voisine de ladite surface supérieure et au moins un deuxième point de focalisation se positionnant à proximité de la surface inférieure de la pièce à couper et dans l'épaisseur de celle-ci ou en dehors de celle-ci.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le gaz d'assistance contient de l'hydrogène en une proportion ajustée en fonction de l'épaisseur et/ou du matériau constitutif de la pièce à couper.

11. Installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant :

- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,
- au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,
- au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation, et

- au moins une source de gaz d'assistance contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte dudit faisceau laser alimentant ladite buse en ledit gaz d'assistance.

- 5            12. Installation de coupage par faisceau laser pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant :
- au moins un générateur laser pour générer au moins un faisceau laser,
  - au moins une buse de coupage avec au moins un orifice d'entrée de
  - 10    faisceau laser et au moins un orifice de sortie de faisceau laser,
  - au moins un moyen optique transparent ou réfléchissant de type multi-focales pour focaliser ledit faisceau laser en plusieurs points de focalisation,
  - au moins une première source de gaz contenant au moins de
  - 15    l'hydrogène,
  - au moins une deuxième source de gaz contenant au moins un gaz inerte, et
  - des moyens de mélange de gaz pour mélanger du gaz provenant de
  - la première source de gaz avec du gaz provenant de la deuxième source de
  - 20    gaz de manière à obtenir un gaz d'assistance dudit faisceau laser contenant de l'hydrogène et au moins un gaz inerte, ledit gaz d'assistance alimentant ladite buse.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 600466  
FR 0103265

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS  |  | Revendication(s)<br>concernée(s)   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|--|--|--|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes   |  |   |
| X  | US 4 606 747 A (STEINHOFF HANS-JOACHIM)<br>19 août 1986 (1986-08-19)   | 1,2  | B23K26/12                                       |
| Y  | * colonne 1, ligne 65 - colonne 2, ligne<br>12 *<br>* colonne 2, ligne 30 - ligne 48 *<br>* colonne 3, ligne 53 - ligne 55 *<br>* colonne 7, ligne 15 - ligne 29; figures<br>2,3,5 * | 11,12  |   |
| Y,D  | WO 97 34730 A (FAERBER MARK ;AGA AB (SE))<br>25 septembre 1997 (1997-09-25)  | 11,12  |   |
| A  | * le document en entier *  | 2-8  |   |
| A,D  | WO 94 04306 A (RIEHN HANS DIETER ;BEYER<br>ECKHARD (DE); BINGENER DIETER (DE); PREIS)<br>3 mars 1994 (1994-03-03)<br>* le document en entier *                                       | 1-7,11,<br>12  |   |
| A,D  | WO 98 14302 A (FORCE INSTITUTTET ;NIELSEN<br>STEEN ERIK (DK)) 9 avril 1998 (1998-04-09)<br>* le document en entier *   | 1,2,9,<br>11,12  |   |
|  |  |  | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (Int.CL.7)    |
|  |  |  | B23K  |
| Date d'achèvement de la recherche  |  | Examineur  |   |
| 26 novembre 2001   |  | Aran, D  |   |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS  |  |  |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0103265 FA 600466**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 26-11-2001  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| US 4606747 A                                    | 19-08-1986             | DE 3145278 A1                           | 26-05-1983             |
|   |                        | AT 25070 T                              | 15-02-1987             |
|   |                        | CA 1208301 A1                           | 22-07-1986             |
|   |                        | DE 3275181 D1                           | 26-02-1987             |
|   |                        | EP 0079473 A2                           | 25-05-1983             |
|   |                        | JP 1699165 C                            | 28-09-1992             |
|   |                        | JP 3051514 B                            | 07-08-1991             |
|   |                        | JP 58090390 A                           | 30-05-1983             |
| WO 9734730 A                                    | 25-09-1997             | DE 19610298 A1                          | 18-09-1997             |
|   |                        | AT 204797 T                             | 15-09-2001             |
|   |                        | BR 9708195 A                            | 27-07-1999             |
|   |                        | DE 59704448 D1                          | 04-10-2001             |
|   |                        | WO 9734730 A1                           | 25-09-1997             |
|   |                        | EP 0886555 A1                           | 30-12-1998             |
|   |                        | NO 984221 A                             | 14-09-1998             |
|   |                        | US 6060687 A                            | 09-05-2000             |
| WO 9404306 A                                    | 03-03-1994             | DE 4226620 A1                           | 17-02-1994             |
|   |                        | AT 143300 T                             | 15-10-1996             |
|   |                        | DK 655021 T3                            | 24-02-1997             |
|   |                        | WO 9404306 A1                           | 03-03-1994             |
|   |                        | EP 0655021 A1                           | 31-05-1995             |
|   |                        | ES 2092403 T3                           | 16-11-1996             |
|   |                        | FI 950599 A                             | 10-02-1995             |
|   |                        | JP 8500060 T                            | 09-01-1996             |
|   |                        | NO 950492 A                             | 09-02-1995             |
|   |                        | US 5578228 A                            | 26-11-1996             |
| WO 9814302 A                                    | 09-04-1998             | DK 109197 A                             | 31-03-1998             |
|   |                        | AU 4451397 A                            | 24-04-1998             |
|   |                        | WO 9814302 A1                           | 09-04-1998             |
|   |                        | EP 0929376 A1                           | 21-07-1999             |
|   |                        | JP 2001501133 T                         | 30-01-2001             |
|   |                        | US 6175096 B1                           | 16-01-2001             |

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**